

INF-120



TFW
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

M. PROELL ET AL.

Serial No. 10/733,332

Art Unit: 2818

Filed: December 12, 2003

Examiner: Unknown

For: INTEGRATED DRAM SEMICONDUCTOR MEMORY AND METHOD
FOR OPERATING THE SAME

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior application filed in the following foreign country is hereby requested and the right of the priority provided under 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

German Patent Appln. No. 102 58 168.1 filed December 12, 2002

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said foreign application.

Respectfully submitted,

By:



Michael A. Oblon
Reg. No. 42,956

Date: June 7, 2004
SHAW PITTMAN LLP
1650 Tysons Boulevard
McLean, VA 22102
Tel: (703) 770-7645

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 58 168.1
Anmeldetag: 12. Dezember 2002
Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
München/DE
Bezeichnung: Integrierter Halbleiterspeicher und Verfahren zum
Betrieb desselben
IPC: G 11 C 7/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 09. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
[Handwritten signature]

Im Auftrag

Hoiß

MÜLLER • HOFFMANN & PARTNER – PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys – European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17
D-81667 München

Anwaltsakte:	12357	Ko/Ant/mk
Anmelderzeichen:	2002P13854 (2002 E 13853 DE)	12.12.2002

Infineon Technologies AG

St.-Martin-Straße 53
81669 München

**Integrierter Halbleiterspeicher und
Verfahren zum Betrieb desselben**

Beschreibung

Integrierter Halbleiterspeicher und Verfahren zum Betrieb desselben

5

Die Erfindung betrifft einen integrierten Halbleiterspeicher, insbesondere DRAM-Speicher mit in Spaltenrichtung segmentierten lokalen Datenleitungen, die von einem CSL-Schalter auf ein über eine in Zeilenrichtung laufende CSL-Leitung zugeführtes Column-Select-Signal mit primären Senseverstärkern zur Übergabe bzw. Übernahme gespreizter Datensignale auf bzw. von Bitleitungen des jeweiligen Segments jeweils in einem Schreibzyklus und Lesezyklus verbindbar sind und ein Verfahren zum Betrieb desselben.

15

Damit in integrierten Halbleiterspeichern, insbesondere dynamischen Speicherbausteinen (DRAMs) in einem Lesezyklus die bewerteten Bitleitungspegel an den Chipausgang transportiert werden können, werden die von einem primären Senseverstärker gespreizten Bitleitungssignale über CSL-Schalter in einer ersten Stufe auf so genannte lokale Datenleitungen (LDQs) geschaltet. Aus Stromspargründen und damit der die Bitleitungen BL spreizende primäre Senseverstärker die Bitleitungssignale innerhalb kurzer Zeit auf der LDQ treiben kann, wird üblicherweise die umzuladende Kapazität der LDQs durch eine Segmentierung bzw. Aufteilung derselben reduziert.

25

Beiliegende Fig. 1 zeigt einen Abschnitt eines Zellenfeldes eines herkömmlichen DRAM-Speichers mit zwei Zellenblöcken 20, 30 21. Zwischen den Zellenblöcken befindet sich ein so genannter SA-Streifen 22, in dem die erwähnten primären Senseverstärker (SA) 1, die CSL-Schalter 3, die segmentierten lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC und MDQ-Schalter 5 angeordnet sind. Dargestellt sind in Fig. 1 beispielhaft drei LDQ-Segmente, 35 die mit I, II und III bezeichnet sind. Komplementäre Bitleitungen BLT, BLC, die in jedem Zellenblock 20, 21 in Zeilen-

richtung X verlaufen sind an die primären SAs 1 angeschlossen. Jeder SA gibt bei Ansteuerung des zugeordneten CSL-Schalters 3 durch ein von einem CSL-Treiber 4 erzeugtes CSL-Steuersignal bei einem Lesevorgang die Bitleitungspotentiale 5 an die lokalen Datenleitungen LDQT und LDQC ab. Zu diesem Zeitpunkt sind die lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC bereits durch den MDQ-Schalter 5 mit einer zugehörigen Hauptdatenleitung MDQT, MDQC verbunden, die wiederum mit einem sekundären Senseverstärker (SSA) 2 verbunden ist. Somit sind entlang 10 einer in Fig. 1 nicht gezeigten in Spaltenrichtung Y laufenden Wortleitung in jedem Zellenblock 20, 21 mehrere LDQ-Segmente I, II, III gebildet, und die so segmentierten lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC sind zeitweise, das heißt während eines Lesezyklus und eines Schreibzyklus über die MDQ-Schalter 15 mit einer allen lokalen Datenleitungen eines LDQ-Segments gemeinsamen Hauptdatenleitung MDQT, MDQC und über diese mit dem SSA 2 verbunden. Es ist zu erwähnen, dass die Bitleitungen BLT, BLC, die primären Senseverstärker 1, die CSL-Schalter 3, die lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC, die 20 MDQ-Schalter 5 und die Hauptdatenleitungen MDQT, MDQC zur Führung bzw. Durchschaltung differentieller bzw. komplementärer Datensignale eingerichtet sind.

Beiliegende Fig. 3A zeigt einen zeitlichen Ablauf eines typischen Schreib-Lesezyklus anhand der Potentiale auf den verbundenen Hauptdatenleitungen MDQT, MDQC und lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC. Beim Schreiben spreizt der SSA 2 die 25 MDQ/LDQ-Leitungen auf den vollen Bitleitungspegel V_{b1h} und durch ein kurzes impulsförmiges CSL-Signal werden die Potentiale auf die Bitleitungen BLT, BLC geschrieben, wobei unter Umständen der SA 1 überschrieben (gekippt) wird. Sofort nach 30 Beendigung des CSL-Impulssignals wird mit dem Precharge der MDQ/LDQ-Leitungen begonnen, um bei einem Lesebefehl durch ein erneutes CSL-Impulssignal im gleichen LDQ-Segment die 35 MDQ/LDQ-Leitungen auf gleichem Potential vorzufinden. Dieser Prechargevorgang wird durch eine am sekundären Senseverstär-

ker 2 im Chipgürtel angeordnete Equalize (EQL)-Steuerschaltung 6 auf ein Precharge-Steuersignal 13 hin durchgeführt. Der Prechargepegel ist kein Mittenpegel sondern der volle Bitleitungspegel V_{b1h} auf der wahren und komplementären Leitung MDQT, MDQC und LDQT, LDQC. In Fig. 3A ist zu erkennen, dass eine Verkürzung der externen Zykluszeit oder eine Erhöhung der Zyklusfrequenz beim Absetzen der Schreib-Lese-Befehle einer Verkürzung der Prechargezeit $t_{precharge}$ gleich kommt, da die Länge des CSL-Impulssignals konstant bleibt. Durch prozesstechnisch bedingte, teilweise hochohmige Kontakte innerhalb der MDQ-Schalter 5 kann sich der auf den Hauptdatenleitungen MDQT, MDQC durchgeführte Precharge nur zeitverzögert auf die lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC auswirken. Dies kann aber, geht man von invertierten (logischen) Daten zwischen Schreib- und Lesekommando aus, dazu führen, dass das auf der Bitleitung BLT, BLC beim Lesevorgang durch den primären Senseverstärker 1 über den CSL-Schalter 3 auf die lokalen Datenleitungen LDQT und LDQC geschaltete Signal nicht stark genug ist, um ein ausreichendes Differenzsignal auf den komplementären lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC zu erzeugen. Dies kann zu einer falschen Bewertung des sekundären Senseverstärkers führen. Im schlimmsten Fall sind die komplementären lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC noch voll gespreizt (ein Precharge konnte noch nicht stattfinden), wenn das CSL-Impulssignal des Lesebefehls kommt. Dies führt analog zu einem Schreibbefehl zum Kippen des SA 1 und damit zum Rückschreiben der falschen Dateninformation. Problematisch ist dabei vor allem, dass pro LDQ-Segment nur ein MDQ-Schalter 5 eingesetzt wird, um den LDQ-Precharge durchzuschalten. Daraus resultiert eine hohe Anfälligkeit, die den Halbleiterspeicherbaustein jenseits der Reparaturgrenze ausfallen lässt.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfinlung, einen gattungsgemäßen integrierten Halbleiterspeicher, insbesondere DRAM-Speicher und ein Verfahren zum Betrieb desselben so anzugeben, dass

die allgemeine Prechargeperformance der Hauptdatenleitungen MDQ und der lokalen Datenleitungen LDQ verbessert sowie die Abhängigkeit von den Einzel-MDQ-Schaltern 5 geringer wird.

5 Diese Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

Gemäß einem ersten wesentlichen Aspekt ist ein integrierter Halbleiterspeicher, insbesondere DRAM-Speicher erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass an den Schnittstellen zwischen allen benachbarten Segmenten der lokalen Datenleitungen zu ihrer Verbindung mit den lokalen Datenleitungen benachbarter Segmente LDQ-Schalter angeordnet sind, die abhängig von einem jedem dieser LDQ-Schalter separat zugeführten Steuersignal während einer vor jedem Lesezyklus stattfindenden 10 Prechargephase wenigstens zweier benachbarter LDQ-Segmente geschlossen und sonst geöffnet sind.

Zur Erzeugung eines jeden LDQ-Schalter ansteuernden Steuersignals sind UND-Glieder vorgesehen, die die den EQL- 20 Steuerschaltungen wenigstens zweier benachbarter LDQ-Segmente zugeführten Precharge-Steuersignale verknüpfen.

Gemäß einem zweiten wesentlichen Aspekt erzielt die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines integrierten Halbleiterspeichers, insbesondere DRAM-Speichers mit in Spaltenrichtung segmentierten lokalen Datenleitungen und in Zeilenrichtung laufenden Hauptdatenleitungen, wobei jede Hauptdatenleitung allen lokalen Datenleitungen eines LDQ-Segments gemeinsam ist und die lokalen Datenleitungen von einem CSL-Schalter auf ein 25 diesem zugeführtes Column-Select-Signal in einem Lesezyklus und einem Schreibzyklus mit einem primären Senseverstärker zum Lesen/Schreiben gespreizter Daten verbunden werden, wobei dieses Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass die lokalen Datenleitungen wenigstens zweier benachbarter LDQ-Segmente 30 während einer Prechargephase vor einem durch eine Aktivierung 35

des CSL-Schalters mittels des Column-Select-Signals aktivierten Lesezyklus miteinander verbunden werden.

Durch die Verbindung der lokalen Datenleitungen von wenigen 5 tens zwei benachbarten LDQ-Segmenten mit dem LDQ-Schalter wird erreicht, dass in der Prechargephase die lokale Datenleitung eines LDQ-Segments über mindestens zwei anstatt einen MDQ-Schalter vorgeladen (Precharge) wird. Da sich die benachbarten LDQ-Segmente bereits schon länger im Precharge befinden, unterstützen diese den Ladungsausgleich und entschärfen so den hinsichtlich der Prechargezeit kritischen Lesezugriff auf das gleiche LDQ-Segment mit invertierten Daten gegenüber dem vorhergehenden Schreibbefehl auf das gleiche LDQ-Segment mit invertierten Daten gegenüber dem vorhergehenden Schreibe- 10 fehl. 15

Die obigen und weitere vorteilhafte Merkmale werden in der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines integrierten Halbleiterspeichers, insbesondere 20 DRAM-Speichers und eines Verfahrens zum Betrieb desselben noch deutlicher. Die Beschreibung bezieht sich auf die beiliegende Zeichnung, deren Figuren im Einzelnen zeigen:

Fig. 1 schematisch und teilweise als Blockdiagramm eine Struktur eines Abschnitts eines herkömmlichen DRAM-Speichers (eingangs bereits beschrieben);

Fig. 2 schematisch und teilweise als Blockdiagramm die Struktur eines Abschnitts eines erfindungsgemäß 30 gestalteten DRAM-Speichers;

Fig. 3A den zeitlichen Ablauf eines üblichen Schreib- Lesezyklus anhand der Potentiale auf den verbundenen MDQ/LDQ-Leitungen (eingangs bereits beschrieben) und

Fig. 3B den zeitlichen Ablauf eines Schreib-Lesezyklus
gemäß der Erfinung.

In Fig. 2, die schematisch und teilweise als Blockschaltbild
5 einen Abschnitt eines erfundungsgemäß gestalteten DRAM-Spei-
chers zeigt, sind die mit 10 bezeichneten LDQ-Schalter im SA-
Streifen 22 jeweils zwischen benachbarten LDQ-Segmenten I,
II, III angeordnet und verbinden auf ein über eine an jedem
10 LDQ-Schalter separat anschließende Leitung 12 zugeführtes
Steuersignal hin die lokalen Datenleitungen LDQT und LDQC von
zwei benachbarten LDQ-Segmenten. Es ist zu bemerken, dass die
15 LDQ-Schalter 10 und als FET-Transistorschalterpaare mit ge-
meinsamem Gateanschluss realisiert sind, an den die das Steu-
ersignal zuführende Leitung 12 angeschlossen ist. Zur Erzeu-
gung dieses Steuersignals sind im Chipgürtel UND-Glieder 11
angeordnet, die die EQL-Steuersignale 13 von zwei benachbar-
ten EQL-Steuerschaltungen 6 und-verknüpfen. Mit den in Fig. 2
dargestellten erfundungsgemäßen zusätzlichen Elementen 10 und
11 wird, wie erwähnt, die Prechargeperformance verbessert. In
20 allen anderen Details stimmt der in Fig. 2 gezeigte DRAM-
Speicher mit dem zuvor erläuterten und in Fig. 1 gezeigten
überein. Anhand der Fig. 3B, die den zeitlichen Ablauf eines
erfindungsgemäßen Schreib-Lesezyklus zeigt, wird nun das
erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb des oben erläuterten
25 und in Fig. 2 gezeigten DRAM-Speichers erläutert.

In Fig. 3B, die den Zeitablauf eines Schreib-Lesezyklus mit
den Potentialen auf den bei durchgeschaltetem MDQ-Schalter 5
mit den lokalen Datenleitungen LDQT, LDQC verbundenen Haupt-
30 datenleitungen MDQT und MDQC zeigt, erfolgt nach dem während
des Schreibens ergehenden CSL-Impulssignal der Prechargevor-
gang, der durch die EQL-Steuerschaltung 6 durchgeführt wird.
Der Prechargepegel ist kein Mittenpegel sondern der volle
Bitleitungspegel V_{b1h} sowohl auf den wahren Leitungen
35 MDQT/LDQT und den komplementären Leitungen MDQC/LDQC. Erfin-
dungsgemäß werden nun während der Prechargephase die lokalen

Datenleitungen LDQT einerseits und LDQC andererseits zweier benachbarter LDQ-Segmente durch die gepaarten FET-Transistor-schalter des LDQ-Schalters 10 miteinander verbunden. Dadurch werden während der Prechargephase die lokalen Datenleitungen 5 LDQT und LDQC von mindestens zwei EQL-Steuerschaltungen 6 zweier benachbarter LDQ-Segmente über die zugehörigen Haupt-datenleitungen und die durchgeschalteten MDQ-Schalter 5 vor-geladen (precharge). Da sich die Nachbar-LDQ-Segmente bereits 10 schon länger im Precharge befinden, unterstützen diese den Ladungsausgleich und entschärfen so den hinsichtlich der Prechargezeit kritischen Lesezugriff auf das gleiche LDQ- 15 Segment mit gegenüber dem vorangehenden Schreibvorgang inver-tierten Daten. Das jedem LDQ-Schalter 10 zugeordnete UND-Glied 11 verknüpft im Ausführungsbeispiel die die Prechar-gephase steuernden Precharge-Steuersignale 13 von den beiden benachbarten EQL-Steuerschaltungen 6.

In Fig. 3B zeigt eine dick ausgezogene Kurve L die neue Pre-chargeladefunktion mit der verkürzten neuen Prechargezeit 20 $t_{precharge}$ (neu). Die Verkürzung der Prechargezeit führt dazu, dass der Halbleiterspeicherbaustein mit höheren Frequenzen betrieben werden kann, bevor er bedingt durch den MDQ/LDQ-Precharge ausfällt. Diese Maßnahme wirkt sich somit in einer Verbesserung der Ausbeute funktionsfähiger Produkte und in 25 einer Erhöhung der Toleranz zur Spezifikation aus.

Patentansprüche

1. Integrierter Halbleiterspeicher, insbesondere DRAM-Speicher mit in Spaltenrichtung (Y) segmentierten lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC), die von einem CSL-Schalter (3) auf ein über eine in Zeilenrichtung (X) laufende CSL-Leitung (CSL) zugeführtes Column-Select-Signal mit primären Senseverstärkern zur Übergabe bzw. Übernahme gespreizter Datensignale auf bzw. von Bitleitungen (BLT, BLC) des jeweiligen Segments (I, II, III) jeweils in einem Schreibzyklus und Lesezyklus verbindbar sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass an den Schnittstellen zwischen allen benachbarten Segmenten der lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) zu ihrer Verbindung mit den lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) benachbarter Segmente (I, II, III) LDQ-Schalter (10) angeordnet sind, die abhängig von einem jedem dieser LDQ-Schalter (10) separat zugeführten Steuersignal (12) während einer vor jedem Lesezyklus stattfindenden Prechargephase wenigstens zweier benachbarter LDQ-Segmente geschlossen und sonst geöffnet sind.

2. Integrierter Halbleiterspeicher nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass jedem LDQ-Schalter (10) ein UND-Glied (11) zugeordnet ist, um die Prechargephasenbedingung der wenigstens zwei benachbarten LDQ-Segmente logisch zu verknüpfen und daraus das Steuersignal (12) für den jeweiligen LDQ-Schalter (10) zu erzeugen.

30

3. Integrierter Halbleiterspeicher nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass alle lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) eines Segments über einen MDQ-Schalter (5) mit einer in Zeilenrichtung (X) laufenden allen lokalen Datenleitungen eines Segments (I, II, III) gemeinsamen Hauptdatenleitung (MDQT, MDQC) und mit einem

sekundären Senseverstärker (2) zur Übernahme/Übergabe gespreizter Datensignale (DQT, DQC) in einem Schreibzyklus bzw. Lesezyklus verbindbar sind.

5 4. Integrierter Halbleiterspeicher nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass Zellenfelder des Halbleiterspeichers in Zeilenrichtung (X) in einzelne Zellenblöcke (20, 21) unterteilt sind, zwischen denen in Spaltenrichtung (Y) jeweils ein Senseverstärkerstreifen (22) mit den primären Senseverstärkern (1) und den zugehörigen CSL-Schaltern (3) verlaufen, wobei die lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC), die MDQ-Schalter (5) und die LDQ-Schalter (10) ebenfalls in diesem Senseverstärkerstreifen (22) und die sekundären Senseverstärker (2) und die das Steuersignal (12) erzeugenden UND-Glieder (11) in einem Chipgürtel des integrierten Halbleiterspeichers angeordnet sind.

5. Integrierter Halbleiterspeicher nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Schreib- und Lesedaten komplementäre Daten sind und dass jeweils die lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) und die Hauptdatenleitungen (MDQT, MDQC) als komplementäre Datenleitungen angeordnet sind.

25 6. Integrierter Halbleiterspeicher nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die CSL-Schalter (3), die MDQ-Schalter (5) und die LDQ-Schalter (10) jeweils für die komplementären lokalen und Hauptdatenleitungen als FET-Transistorpaare mit gemeinsamer Gateansteuerung angeordnet sind.

7. Verfahren zum Betrieb eines integrierten Halbleiterspeichers, insbesondere DRAM-Speichers mit in Spaltenrichtung (Y) segmentierten lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) und in

Zeilenrichtung (X) laufenden Hauptdatenleitungen (MDQT, MDQC), wobei jede Hauptdatenleitung (MDQT, MDQC) allen lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) eines LDQ-Segments (I, II, III) gemeinsam ist und die lokalen Datenleitungen (LDQT,

5 LDQC) von einem CSL-Schalter (3) auf ein diesem zugeführtes Column-Select-Signal in einem Lesezyklus und einem Schreibzyklus mit einem primären Senseverstärker zum Lesen/Schreiben gespreizter Daten (DQT, DQC) verbunden werden,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 dass die lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) wenigstens zweier benachbarter LDQ-Segmente während einer Prechargephase vor einem durch eine Aktivierung des CSL-Schalters mittels des Column-Select-Signals aktivierten Lesezyklus miteinander verbunden werden.

Zusammenfassung

Integrierter Halbleiterspeicher und Verfahren zum Betrieb
desselben

5

Die Erfindung betrifft einen integrierten Halbleiterspeicher, insbesondere DRAM-Speicher mit in Spaltenrichtung (Y) segmentierten lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC), die von einem CSL-Schalter (3) auf ein über eine in Zeilenrichtung (X) laufende CSL-Leitung (CSL) zugeführtes Column-Select-Signal mit primären Senseverstärkern zur Übergabe bzw. Übernahme gespreizter Datensignale auf bzw. von Bitleitungen des jeweiligen Segments (I, II, III) jeweils in einem Schreibzyklus und Lesezyklus verbindbar sind, wobei an den Schnittstellen zwischen allen benachbarten Segmenten der lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) zu ihrer Verbindung mit den lokalen Datenleitungen (LDQT, LDQC) benachbarter Segmente (I, II, III) LDQ-Schalter (10) angeordnet sind, die abhängig von einem jedem dieser LDQ-Schalter (10) separat zugeführten Steuersignal (12) während einer vor jedem Lesezyklus stattfindenden Prechargephase wenigstens zweier benachbarter LDQ-Segmente geschlossen und sonst geöffnet sind, und ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen integrierten Halbleiterspeichers.

25 (Fig. 2)

Bezugszeichenliste

1	Senseverstärker SA
2	Secondary Senseverstärker SSA
3	CSL-Schalter
4	CSL-Treiber
5	MDQ-Schalter
6	EQL-Steuerschaltung
10	LDQ-Schalter
11	UND-Glieder
12	LDQ-Schaltersteuerleitung
13	Precharge-Steuersignale
20, 21	Zellenblöcke
22	SA-Streifen
BLT, BLC	Bitleitungen
LDQT, LDQC	lokale Datenleitungen
MDQT, MDQC	Hauptdatenleitungen
CSL	Column-Select-Leitung
V_{b1h}	volle Bitleitungsspannung
L	neue Precharge-Ladefunktion
X	Zeilenrichtung
Y	Spaltenrichtung
I, II, III	LDQ-Segmente

FIG 1

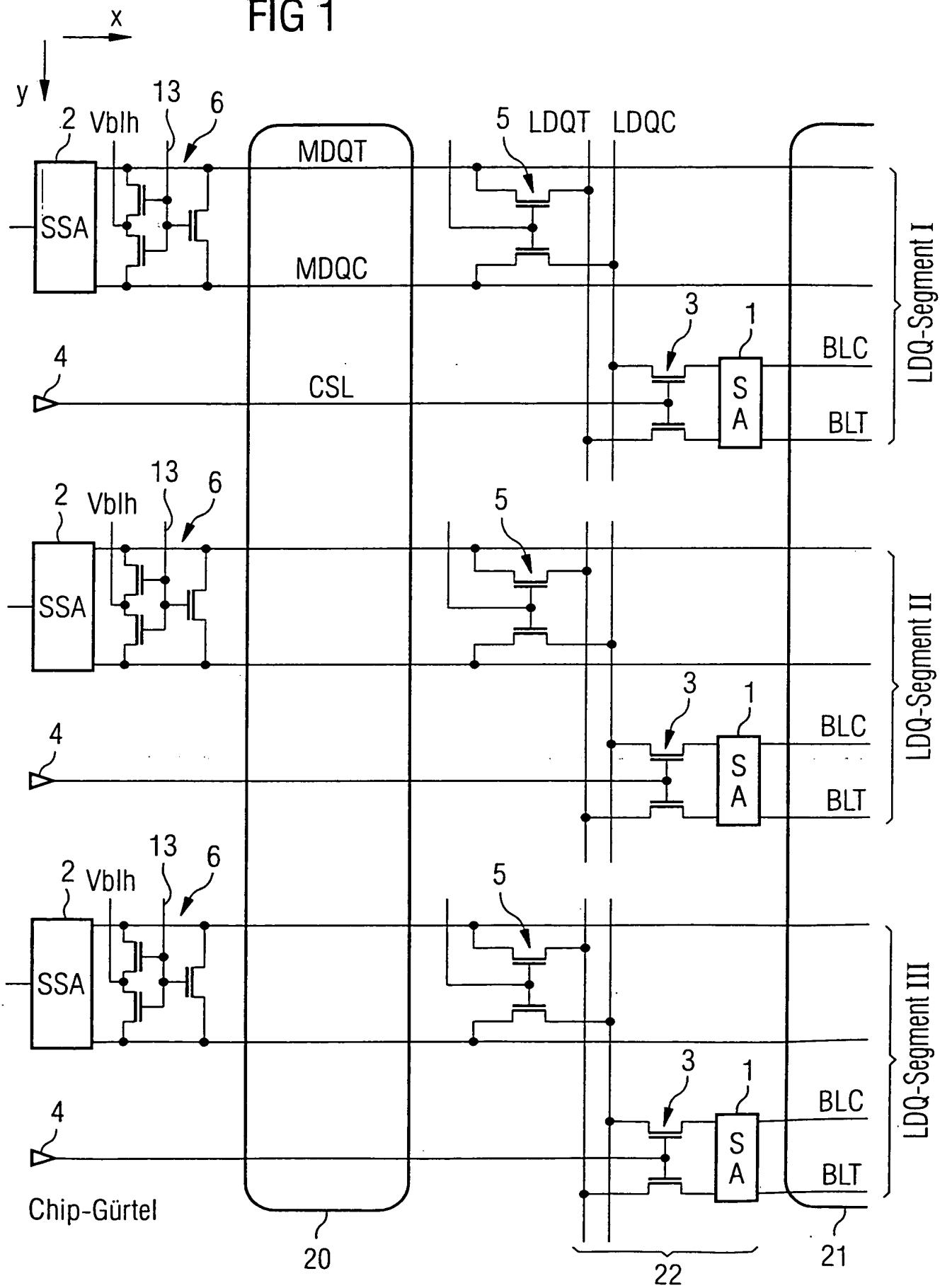


FIG 2

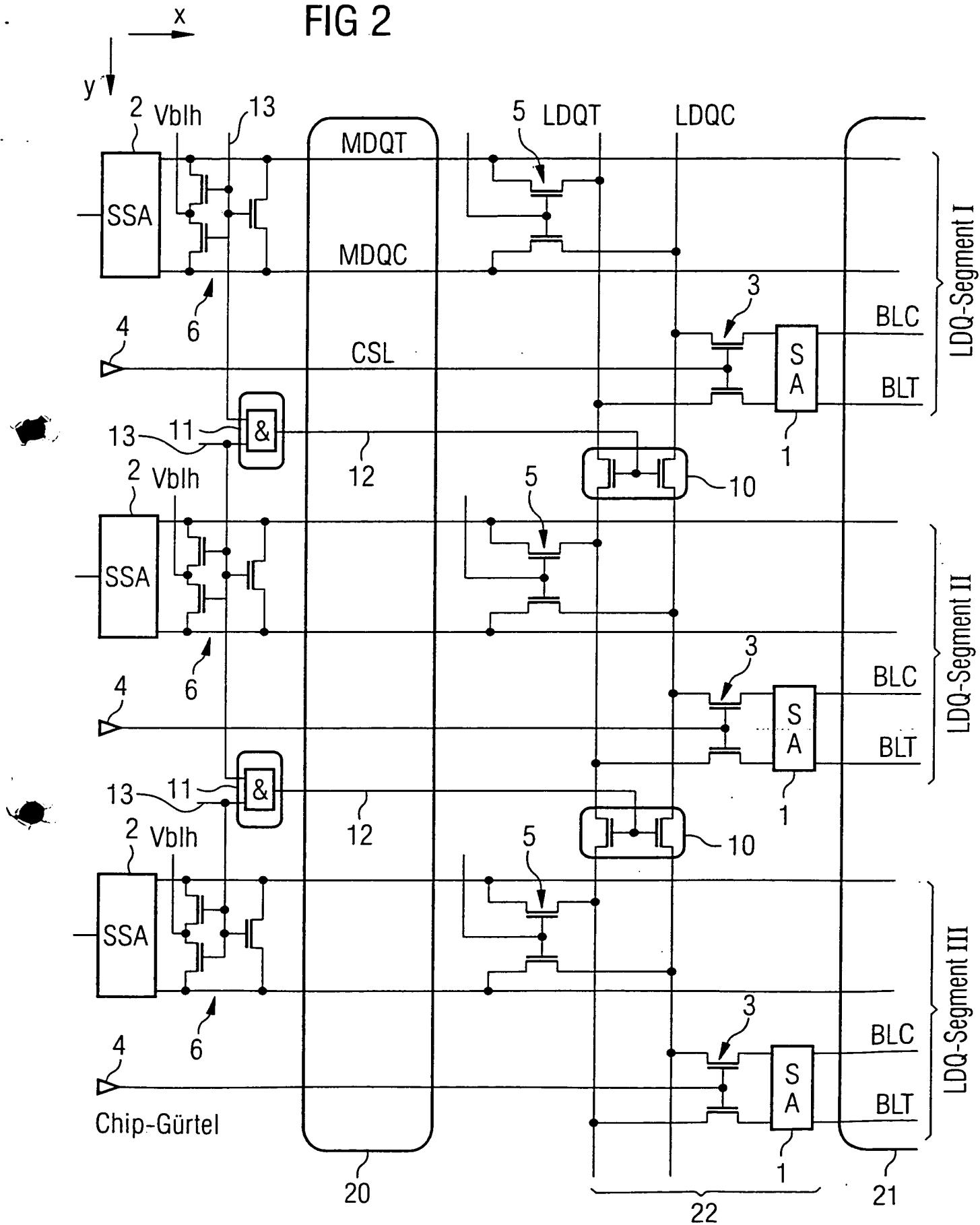


FIG 3A

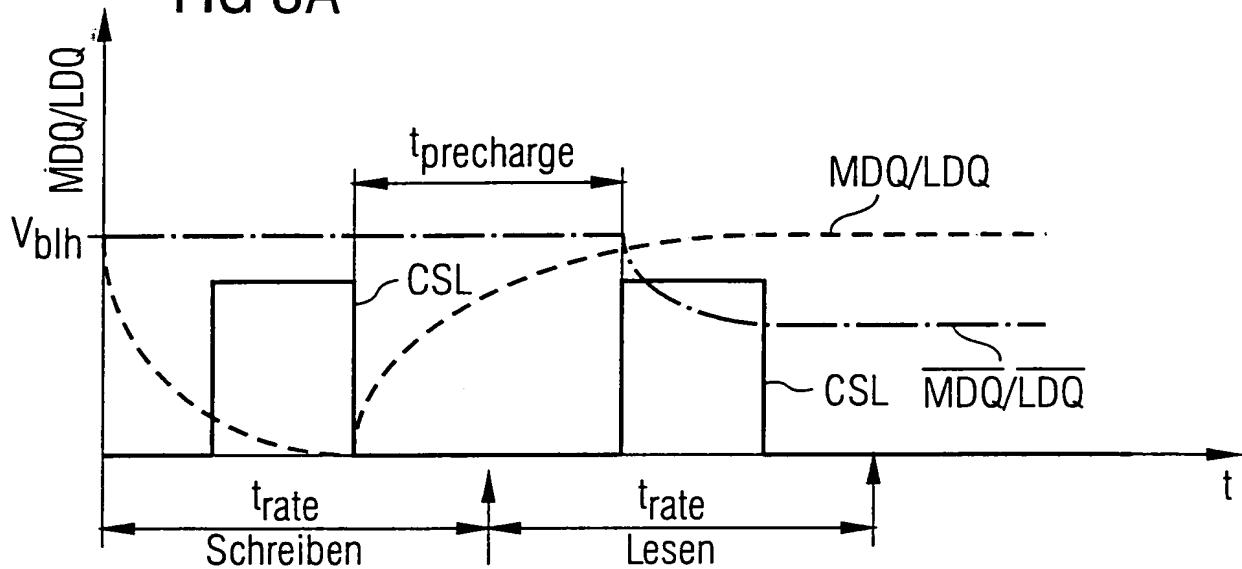
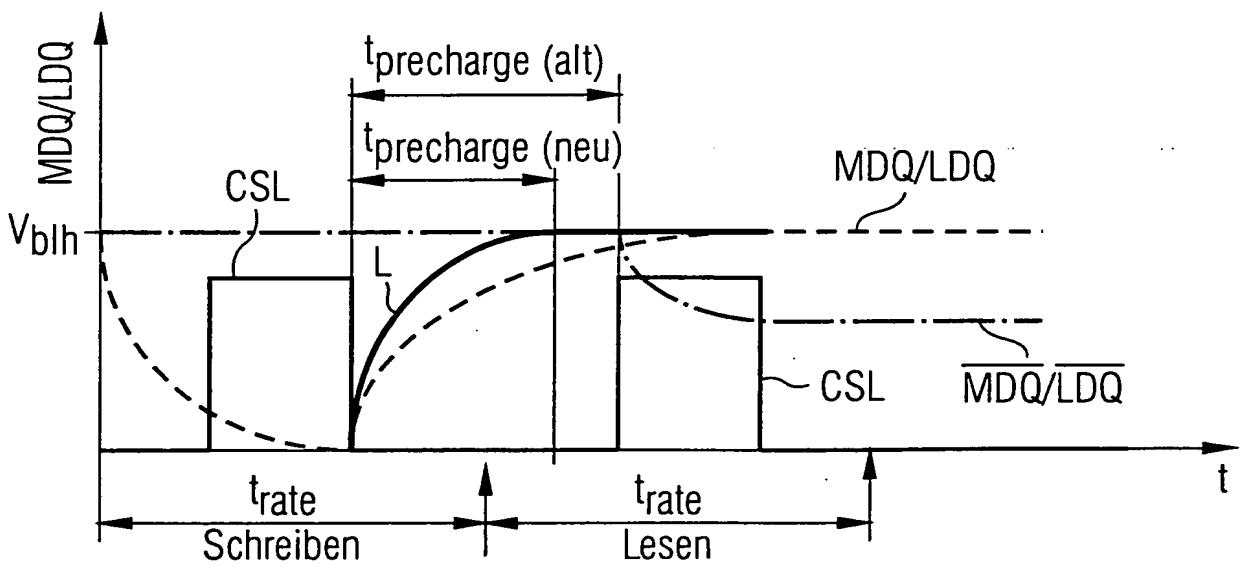


FIG 3B



Figur für die Zusammenfassung

FIG 2

